

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1932

THÈSE

N° **132**

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PRÉSENTÉE PAR

GROS Bernard Joseph Louis Marie

Ancien externe des Hôpitaux de Paris

Né à Boulogne-sur-Mer, le 22 septembre 1905

L'ÉBLOUISSEMENT RÉTINIEN

Président : Monsieur le Professeur STROHL

PARIS

LIBRAIRIE MÉDICALE MARCEL VIGNÉ

11 & 13, RUE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1932

THÈSE
POUR LE DOCTORAT
EN MÉDECINE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40152003_0008

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1932

THÈSE

N°

POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE
(Diplôme d'Etat)

PRÉSENTÉE PAR

GROS Bernard Joseph Louis Marie

Ancien externe des Hôpitaux de Paris

Né à Boulogne-sur-Mer, le 22 septembre 1905

L'ÉBLOUISSEMENT RÉTINIEN

Président : Monsieur le Professeur STROHL

PARIS

LIBRAIRIE MÉDICALE MARCEL VIGNÉ
11 & 13, RUE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1932

LE DOYEN : M. BALTHAZARD

I. — PROFESSEURS

Anatomie.	MM.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale.	ROUVIERE.
Physiologie.	GREGOIRE.
Physique médicale.	BINET.
Chimie médicale.	STROHL.
Bactériologie.	DESGREZ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.	LEMIERRE.
Pathologie et thérapeutique générales.	BRUMPT.
Pathologie médicale.	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale.	CLERC.
Anatomie pathologique.	LENORMANT.
Histologie.	ROUSSY.
Pharmacologie et matière médicale.	CHAMPY.
Thérapeutique.	TIFFENEAU.
Hygiène et médecine préventive.	LOEPER.
Médecine légale.	TANON.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.	BALTHAZARD.
Pathologie expérimentale et comparée.	LAIGNEL-LAVASTINE.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.	FIESSINGER.
	Maurice VILLARET.
Clinique médicale.	CARNOT.
	BEZANÇON.
	ACHARD.
	Marcel LABBE.
Hygiène et clinique de la première enfance.	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants.	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux.	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses.	TESSIER.
	DELBET.
Clinique chirurgicale.	CUNEO.
	LEJARS.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique.	TERRIEN.
Clinique urologique.	LEGUEU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements.	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique.	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale.	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique.	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale.	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique.	SERGENT.
Clinique de la tuberculose.	Léon BERNARD.
Professeur sans chaire.	MAUCLAIRE
	MULON.

II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.

ALAJOUANINE. Neurologie et Psychiatrie.
CHAILLEY-BERT. Physiologie.
AUBERTIN. Pathologie médicale.
BENARD (Henri). Pathologie médicale.
SANNIE. Chimie biologique.
BROCQ. Pathologie chirurgicale
BRULE. Pathologie médicale.
CADENAT. Pathologie chirurgicale
CATHALA. Pathologie médicale.
CHABROL. Pathologie médicale.
CHEVALLIER. Pathologie médicale.
DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie chirurgicale.
DOGNON. Physique.
DONZELOT. Pathologie médicale.
ECALLE. Obstétrique.
FEY. Urologie.
Pathologie expérimentale.
GASTINEL. Bactériologie.
GATELLIER. Pathologie chirurgicale
GIROUD. Histologie.
HARVIER. Pathologie médicale.
HOVELACQUE. Anatomie.
HUTINEL. Pathologie médicale.
JOANNON. Hygiène.
LABBE (Henri). Chimie biologique.

MM.

LAROCHE (Guy). Pathologie médicale.
Oto - rhino - laryngologie.
HUGUENIN. Anatomie pathologique
LEVEUF. Pathologie chirurgicale
LEVY-VALENSI. Neuro-psychiatrie.
LIAN. Pathologie médicale.
HAZARD. Pharmacologie.
MILLOT. Histologie.
MONDOR. Pathologie chirurgicale
MOREAU. Pathologie médicale.
MOULONGUET. Pathologie chirurgicale
MOURE. Pathologie chirurgicale
Histologie.
OBERLING. Anatomie pathologique
OLIVIER. Anatomie.
PIEDELIEVRE. Médecine légale.
PORTES. Obstétrique.
QUENU. Pathologie chirurgicale
RICHET. Physiologie.
SEZARY. Dermatologie et syphiligraphie.
VALLERY-RADOT
(Pasteur). Pathologie médicale.
VAUDESCAL. Obstétrique.
VELTER. Ophtalmologie.
VERNE. Histologie.
VIGNES. Obstétrique.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE pour le service des examens

MM.

BUSQUET. Pharmacologie.
GUENIOT. Obstétrique.
LEQUEUX. Obstétrique.
LEROUX. Anatomie pathologique

MM.

NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
RETTERRER. Histologie.
ZIMMERN. Physique.

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE A TITRE PERMANENT

MM.
 ABRAMI.Clinique médicale.
 CHIRAY.Clinique médicale.
 DEBRE.Clinique médicale.
 DUVOIR.Clinique médicale.
 BASSET.Clinique chirurgicale.
 CHEVASSU.Clinique chirurgicale.

MM.
 HEITZ-BOYER. . . .Clinique chirurgicale.
 MATHIEU.Clinique chirurgicale.
 MOCQUOT.Clinique chirurgicale.
 PROUST.Clinique chirurgicale.
 SCHWARTZ.Clinique chirurgicale.
 LE LORIER.Clinique obstétricale.
 LEVY-SOLAL.Clinique obstétricale.
 METZGER.Clinique obstétricale.

V. — CHARGES DE COURS

MM. MAUCLAIRE, professeur sans chaire.	{	Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.
FREY.		Stomatologie.
CHAILLEY-BERT.		Education physique.
LEDOUX-LEBARD.		Radiologie clinique.
WEIL-HALLE.		Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR STROHL

PROFESSEUR DE PHYSIQUE
A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Qui a bien voulu me recevoir dans
son laboratoire et accepter la prési-
dence de cette thèse,

MONSIEUR LE DOCTEUR EMILE HAAS

ASSISTANT AU LABORATOIRE DE PHYSIQUE
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

dont les conseils nous ont été d'un
grand secours pour la réalisation de
ce travail.

A MES MAÎTRES EN OPHTALMOLOGIE

M. LE DOCTEUR POULARD
OPHTALMOLOGISTE DES HOPITAUX

M. LE DOCTEUR HARTMANN
OPHTALMOLOGISTE DES HOPITAUX

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ VELTER
OPHTALMOLOGISTE DES HOPITAUX

M. LE DOCTEUR BAILLIART
MÉDECIN DE L'HOSPICE NATIONAL DES QUINZE-VINGT

INTRODUCTION ET HISTORIQUE

Jusqu'à ces dernières années, nous ne connaissions guère, en France, au sujet de l'éblouissement, que ce qu'en avait enseigné André Broca. Sans avoir jamais publié, sous ce titre exclusif, de travail sur l'éblouissement, il avait été amené à s'en former une idée au cours de ses recherches sur la vision des signaux colorés (1902), sur la visibilité des feux réglementaires de la marine (en collaboration avec Polack, 1908), sur les principales sources de lumière industrielle (en collaboration avec Laporte 1908).

Il avait mis la question, d'emblée, sous une forme très ingénieuse, trop généralement schématique peut-être par certains côtés, mais dont l'excès même s'est montré ultérieurement fertile en appelant l'attention sur les territoires indépendants de la rétine. L'idée que la tradition orale lui a prêtée consiste en ceci, que l'éblouissement dépend surtout de la brillance de l'objet lumineux, et assez peu de son diamètre apparent et de sa position dans le champ visuel, *tant que ce diamètre apparent n'excède pas une certaine limite*, correspondant à l'angle apparent sous lequel est vu, du point nodal image de l'oeil, la section droite d'un cône ou d'un bâtonnet. Ensuite, il a été amené à énoncer, sous réserves, dans

des leçons orales, l'idée que, pour une identique brillance de l'objet, l'éblouissement ne s'accroissait pas, même si plusieurs cônes ou bâtonnets étaient intéressés : la défense de l'organisme se faisant en raison de la quantité de lumière dépensée sur chacun de ces éléments, et non en raison de la quantité dépensée sur la somme des éléments intéressés.

Les observateurs qui, actuellement, estiment que la limite, en deçà de laquelle l'éblouissement ne dépend plus que du flux, est très supérieure à celle indiquée par Broca, consacrent de ce fait même la notion de territoire indépendant. Leurs expériences amènent à penser que ce territoire est *un groupe* d'éléments simples, et *non plus un seul* élément simple. Mais Broca avait précisément conçu la possibilité de formation temporaire de ces éléments composés, dont il avait décrit le rôle dans un phénomène différent, l'obscuration partielle ; ce qui est d'ailleurs beaucoup plus immédiatement vraisemblable que leur rôle dans l'éblouissement.

A la suite de ces travaux, commencèrent à être connus en France un certain nombre de revues et de traités étrangers, avec des travaux exécutés à l'aide d'une méthode très différente, et d'une façon certainement indépendante, tels que « *Modern Illuminants and Illuminating Engineering*, de Gaster et Dow (Pitman, Londres), et que *Lichttechnik* de Bloch (Oldenbourg, Berlin) ; tels encore que l'*Illuminating Engineer*, et que les *Transactions of the Illuminating Engineering Society*. » Signalons encore les Congrès internationaux d'Hygiène industrielle de Bruxelles (1910) et de Milan (1912), dont la guerre interrompit la suite des travaux.

Dans les années d'après guerre, la question a rebondi. On sait quels développements a pris l'industrie des lampes à incandescence, en France, depuis cette époque. Dès lors, les ingénieurs de l'éclairage ont cherché à fonder, sur des travaux personnels *et nationaux*, les éléments d'une fabrication rationnelle des lampes, réflecteurs et diffuseurs, qui leur permît de concurrencer légitimement la fabrication étrangère.

Ils ont été très efficacement aidés dans leurs études, pour la partie physique surtout, par l'Institut d'Optique théorique et appliquée, qui venait de se fonder sous la direction du professeur Ch. Fabry. Cet Institut n'a pas cessé de s'intéresser aux questions de photométrie, par la publication des leçons de Ch. Fabry, par celle d'un grand traité de photométrie, par le moyen des recherches originales publiées par son organe la Revue d'Optique, par sa participation aux comités nationaux et internationaux de l'éclairage, et en dernier lieu par l'organisation d'une réunion sur l'éblouissement (8 mai 1931).

Les publications de la Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage, instituée en France sous les auspices des producteurs d'énergie électrique et de gaz, des fabricants de lampes et d'appareils, rédigées par ses ingénieurs, constituent maintenant aussi une littérature importante et d'un grand intérêt.

La participation d'ingénieurs français à la Commission internationale de l'éclairage, dont la huitième session vient d'avoir lieu à Cambridge (septembre 1931), a été particulièrement importante.

Cependant l'on peut reprocher à tous ces travaux d'a-

voir, en général, été faits par des personnes étrangères à la médecine et à la physiologie. Il n'en résulte pas qu'ils soient inféconds, au contraire. Certaines découvertes d'Optique physiologique ont été faites par des industriels ou par des physiciens, précisément parce qu'ils avaient besoin de certaines notions, et qu'ils se sont arrangés comme ils ont pu, avec des ressources d'ailleurs supérieures à celles de nos laboratoires, pour en établir les fondements. C'est ainsi que les valeurs de la fraction différentielle sont beaucoup mieux établies par les travaux quotidiens des photométristes que par les travaux des physiologistes purs.

Mais on peut regretter que tous ces travaux de physiciens et d'ingénieurs n'aient pas tenu un compte suffisant de l'organe de la vue, ni de son fonctionnement, de sorte que ces savants ont manqué de la méthode physiologique qui leur aurait permis d'aller encore plus vite et plus sûrement vers le but qu'ils se proposaient. De plus, le langage dans lequel ils sont rédigés, s'il est conforme aux habitudes des sciences exactes, l'est beaucoup moins à celui de la médecine, ce qui diminue fâcheusement leur facilité et réduit leur portée.

Sur le conseil de M. le professeur Strohl, professeur de physique à la Faculté de Paris, et sous la direction de M. le Dr Emile Haas, assistant de physique à la Faculté, qui n'a pas cessé de s'intéresser à la question de l'éblouissement et de participer aux travaux des organismes et des commissions qui s'en occupent, nous avons cherché à présenter la question sous une forme qui, tout en étant essentiellement médicale, respectât les méthodes des physiciens et des ingénieurs.

Le seul fait d'avoir fait choix d'une telle forme nous imposait un certain nombre d'expériences nouvelles, dont nous avons réalisé quelques unes, qui forment la partie originale de la présente thèse.

Médecin, nous n'estimons pas qu'une recherche scientifique n'aie d'intérêt que si elle est faite pour elle-même, a priori, et sans pensée utilitaire. Au contraire : le souci de la santé des malades, de l'hygiène des bien portants, constitue l'origine d'une foule de travaux qui, pour être modestes, ont du moins l'avantage d'une application immédiate.

CHAPITRE I.

DEFINITION DE L'EBLOUISSEMENT. DIVISION DE NOTRE TRAVAIL.

« L'éblouissement visuel, » dit le Dr J. Couvreur en 1926, « est certainement un des problèmes les plus importants que pose la science de l'éclairage ; c'est aussi l'un des plus complexes, car son étude se rattache à la connaissance de la nature intime de nos sensations, connaissance qui aujourd'hui nous échappe encore à peu près complètement. »

« Bien que nous ayons une notion parfaitement nette de ce qu'est l'éblouissement, il n'est pas possible d'en donner *a priori* une définition précise, pas plus qu'il n'est possible de définir la douleur, par exemple. C'est, disent les physiologistes, une sensation désagréable, pénible ou douloureuse, suivant son intensité et qui fait qu'on dit : je suis ébloui ; elle est due à une distribution défectueuse ou à une valeur excessive des brillances dans le champ visuel et semble s'accompagner toujours de troubles de la vision.

« Il importe de prévenir ici une confusion constante. Dans le langage courant on désigne sous le même vocable d'éblouissement deux phénomènes tout à fait différents, et qui doivent être étudiés séparément :

- a) l'éblouissement par insuffisance d'adaptation et
- b) l'éblouissement proprement dit. »

Dans une communication à l'Académie des Sciences le Dr Emile Haas (4 mai 1931), donne la définition suivante :

« L'éblouissement peut, selon nous, être dit l'ensemble des désordres occasionnés dans l'appareil visuel par l'excès ou par la mauvaise répartition du flux lumineux au niveau de la rétine, pour un état donné d'adaptation du fond. »

« Je distinguerai dans l'éblouissement, » continue le Dr Haas, « deux stades successifs. Le premier, qui provoque les défenses organiques, et notamment la constriction pupillaire, ne dure que les quelques dixièmes de seconde nécessaires à ces réactions. Le second stade lui succède aussitôt, constituant un état quasi permanent, tant que rien ne change dans la valeur ni dans la répartition du flux éblouissant. »

« Le premier stade intéresse surtout la physiologie pure. Sa courte durée réduit son importance dans les applications pratiques. Sa mesure ne peut guère se faire que par la constriction pupillaire, ce qui comporte des difficultés et des incertitudes. »

« Dans certaines conditions, le premier stade étant accompli, tout désordre cesse. On peut donc dire que les défenses ont été suffisantes, et que l'éblouissement réduit à ce premier stade ne mérite pas son nom : c'est seulement un passage nécessaire au maintien de l'état d'équilibre mobile auquel on a donné le nom d'adaptation. »

« D'autres fois les défenses sont impuissantes à empêcher l'établissement de désordres permanents. En un mot le second stade est accompli, l'éblouissement est constitué. »

« C'est la forme sous laquelle il est le plus intéressant pour les applications pratiques. Il est naturel alors de le mesurer par l'altération des fonctions rétiniennes élémentaires, sens des formes ou acuité visuelle, sensibilité différentielle, sensibilité lumineuse brute. »

A la cinquième réunion de l'Institut d'Optique, tenu le 7 mai 1931, M. le professeur Charles Fabry s'exprime de la façon suivante : « Il n'est même pas facile de donner une définition entièrement satisfaisante de l'éblouissement. Pour le moment, je me contenterai de la suivante : l'éblouissement est une diminution des facultés visuelles par suite de la présence d'un objet très lumineux se projetant dans le voisinage des objets que l'on cherche à distinguer. »

Dans la même séance, le Dr Faillie déclare, au sujet de l'éblouissement : « C'est le phénomène qui se produit lorsqu'une source de brillance très différente de celle de l'éclairement général se trouve placée dans le champ visuel du sujet ; il se traduit par des troubles visuels, troubles pouvant être très légers, mais pouvant aller jusqu'à la cécité temporaire. »

Enfin MM. J. Dourgnon et P. Waguet, au début de leur rapport à la huitième session de la Commission Internationale de l'Eclairage, s'expriment de la façon suivante :

« Avant de commencer toute étude sur l'éblouisse-

ment, il convient de définir le régime permanent pour lequel les conditions physiques et physiologiques restent les mêmes pendant toute la durée d'une expérience, et le régime transitoire pendant lequel les conditions physiques et physiologiques sont variables. »

« Prendre, ainsi qu'un certain nombre d'auteurs le proposent, comme critérium de l'éblouissement en régime permanent la variation qui en résulte des fonctions élémentaires de la rétine, revient à assimiler l'éblouissement à une action particulière des éléments rétinien les uns sur les autres. »

« La notion courante de l'éblouissement fait intervenir des sentiments vagues de gêne et de fatigue auxquels il ne semble pas possible d'attribuer à l'heure actuelle une valeur scientifique. Il paraît néanmoins que ces sentiments ne dépendent pas uniquement de l'action réciproque des éléments rétinien les uns sur les autres mais aussi de l'action directe de la lumière sur l'élément directement impressionné. »

« Quoiqu'il en soit, cette action réciproque joue certainement un rôle fondamental dans les phénomènes d'éblouissement, et comme elle permet seule une définition précise de l'éblouissement et des mesures rigoureuses, les auteurs du présent rapport proposent de s'en tenir pour le moment à ce point de vue. Ils considèrent pour diverses raisons que le sens lumineux doit fournir un meilleur critérium que le sens des formes. »

Si l'on compare les citations qui précèdent, un certain nombre de conclusions s'imposent, que nous énoncerons maintenant, en empruntant l'esprit et bien sou-

vent la lettre aux leçons faites sur l'éclairage par le Dr Emile Haas à l'Insritut de Technique sanitaire.

En premier lieu, tout phénomène physiologique doit être défini quant à sa nature avant de l'être quant à sa grandeur, ou quant à la grandeur de ses causes ou de ses effets. Il faut donc d'abord définir l'éblouissement comme phénomène oculaire avant de le définir par la grandeur de ses causes ou de ses effets.

Deuxièmement, il est naturel de rapporter les causes de l'éblouissement à la rétine, (sous la forme de flux pénétrant dans l'œil, ou d'éclairement des images rétinienne), et non pas, d'emblée tout-au-moins, aux objets extérieurs (sous la forme de brillances). Nous savons bien que l'éclairement des images dépend de la brillance des objets, mais il dépend aussi de la grandeur de la pupille, et d'ailleurs c'est l'éclairement des images qui seul intervient directement dans l'éblouissement.

Troisièmement, la définition de l'éblouissement n'a de sens que pour un œil pris dans un état donné d'adaptation. Telle lumière qui m'éblouit si je sors d'une pièce obscure me laisse indifférent si je séjourne depuis longtemps dans une pièce suffisamment éclairée.

Quatrièmement, il faut bien distinguer entre le premier et le second stade de l'éblouissement, tels qu'ils peuvent être compris selon la citation ci-dessus du Dr Haas.

Cinquièmement, il faut séparer avec netteté, comme le fait cet auteur dans ses leçons, et comme il est d'ailleurs naturel de le faire lorsque l'on connaît les faits classiques de contraste successif et de contraste simul-

tané, les phénomènes d'éblouissement successif, qui se rattachent aux premiers, et les faits d'éblouissement simultané, qui se rattachent aux seconds. Cette distinction essentielle semble pourtant avoir souvent échappé aux éclairagistes purs, qui semblent surtout impressionnés par ce qu'ils appellent le mécanisme d'action réciproque des éléments rétinien les uns sur les autres.

Sixièmement, les critères de l'éblouissement doivent être recherchés dans les trois fonctions élémentaires de la rétine : sens lumineux brut, sens différentiel, sens des formes. L'avenir, dit le Dr Haas, montrera si l'une des trois est préférable pour certains buts particuliers. En attendant, il faut les étudier toutes les trois, puisqu'elles sont toutes les trois accessibles à la mesure, et que les troubles que l'on peut constater dans l'une quelconque d'entre elles ont un rôle dans l'un quelconque des actes de la vision.

Le Dr Haas fait également remarquer qu'il y a intérêt, chaque fois que cela est possible, à étudier l'acuité visuelle d'une façon un peu particulière : non point comme on le fait généralement, en haute lumière, mais sous la forme de mesure de la brillance liminaire correspondant à la définition d'un angle donné. Ainsi la mesure devient une mesure de seuil, beaucoup plus précise.

En résumé, nous nous guiderons, dans le plan de ce travail, sur la définition et les conseils de M. Haas :

« L'éblouissement, dit cet auteur, est l'ensemble des désordres occasionnés dans l'appareil oculaire par l'excès ou la mauvaise répartition du flux qui rencontre la rétine, prise dans un état donné d'adaptation. »

Nous décrirons d'abord les grandeurs et unités photométriques à l'aide desquelles on peut caractériser les causes physiques de l'éblouissement.

Ensuite nous rappellerons la définition des sensibilités rétiniennes élémentaires, ainsi que les processus de l'adaptation.

Nous n'insisterons que peu sur le premier stade de l'éblouissement, dont nous n'avons pas eu le dessein de faire l'objet essentiel de cette étude, mais il ne sera pas possible de passer sous silence son phénomène le plus caractéristique, la constriction pupillaire, puisque cette constriction de défense a précisément pour effet de régler le flux pendant le second stade.

Ensuite, à propos de l'éblouissement successif, et à propos de l'éblouissement simultané, nous décrirons les altérations, des trois fonctions élémentaires de la rétine, tant les altérations qui nous sont connues par les expériences des auteurs, que celles qui résultent de nos recherches personnelles. Ce cadre rigide est le seul où l'on puisse ranger commodément les faits signalés par les différents chercheurs, et, retrouver facilement ce que l'on désire.

Enfin nous signalerons pour mémoire un certain nombre de recherches sur la fatigue psychique, sur les modifications des réactions psycho-motrices, et sur le rendement du travail industriel avec et sans éblouissement. Encore que ces critères ne soient pas des critères *directs*, tels que peut les désirer un ophthalmologiste, il serait très injuste de ne pas les considérer comme légitimes, et susceptibles de rendre des services dans l'application à l'industrie.

CHAPITRE II

I. GRANDEURS ET UNITÉS PHOTOMETRIQUES QUI INTERVIENNENT DANS L'EBLOUISSEMENT

II. DISPOSITIFS D'EBLOUISSEMENT DE NOS EXPERIENCES

I. — Puisque l'éblouissement dépend essentiellement de l'état d'adaptation, il faut examiner tout d'abord quelle grandeur photométrique intervient dans l'adaptation.

Ce ne peut être que l'éclairement de la rétine. Supposons, pour simplifier, que l'oeil dont il s'agit regarde un fond uniformément éclairant, et d'une brillance donnée B . Les traités de physique nous apprennent que, dans ce cas, l'éclairement de la rétine est donné par la formule générale.

$$E = \frac{BS}{f^2} n^2 \quad (1)$$

(B , brillance du fond considéré, S ouverture surfacique de la pupille, f distance focale-image de l'œil, n indice du vitré par rapport à l'air).

Si la brillance est donnée en bougies par centimètres carré, f en mètres et S en mètres carrés, et que l'on

veuille obtenir l'éclairement en lux, il faut, dans le calcul numérique, multiplier le second membre par 10.000, afin d'établir la correspondance des unités.

Si le fond considéré présente, par places, des différences de brillance, mais que ces différences ne soient pas excessives, on appliquera encore la formule (1) pour caractériser l'adaptation, en adoptant pour valeur de B, la moyenne des brillances qui règnent sur le fond.

Lorsque le fond présente une ou plusieurs régions de brillance trop différente des voisines, ces régions changent de rôle et deviennent des régions d'éblouissement.

L'éclairement de leurs images rétinienne respectives est toujours malgré cela, calculé selon la formule (1). Seulement, il faudra généralement compléter cette donnée par la notion de leurs aires respectives et par celle de leur place dans le champ visuel. Leurs aires respectives sont fournies par les formules classiques de grandissement, et leur place dans le champ visuel par une projection sur un schéma dans le genre de ceux qui servent pour représenter le champ visuel d'un œil donné. Les meilleurs et les plus répandus de ces schémas sont ceux qui sont fondés sur la projection stéréographique (G. Weiss, *Leçons d'ophtalmométrie*).

Tant dans la définition numérique de l'adaptation que dans celle de l'éblouissement, il peut y avoir intérêt à énoncer non plus l'éclairement, c'est-à-dire la densité surfacique du flux sur la rétine, mais ce flux lui-même. On n'y trouvera aucune difficulté.

Le flux adaptateur F est égal au produit de l'éclairement rétinien E, par l'aire totale de la rétine S'.

$$F = E \times S' \quad (2)$$

Le flux éblouissant F_1 est égal à une somme de termes, dont chacun est le produit de l'éclairement de l'une des images rétinienne par son aire propre.

$$F_1 = E_1 S'_1 + E_2 S'_2 + \text{-----} + E_n S'_n \quad (3)$$

Il n'y a pas lieu, pour les calculs numériques, d'introduire aucun coefficient numérique dans les formules (2) et (3), si S' est exprimé en mètres carrés et les E en lux. On obtient le flux en lumens.

Il semblerait, *a priori*, que ces quelques considérations photométriques dussent suffire à tous les cas. Cependant, il n'en est pas ainsi, car la source éblouissante n'a pas nécessairement de diamètre apparent fini (cas d'une source très brillante et éloignée). Dans ce cas, la notion d'éclairement rétinien n'a plus de sens, puisqu'un éclairement est le quotient d'un flux par une aire, et que l'aire de l'image rétinienne n'a plus de grandeur finie.

Il faut alors rapporter la cause de l'éblouissement uniquement au flux qui entre dans l'œil. Soit E' l'éclairement produit sur le plan de la pupille par une source dont le diamètre apparent soit négligeable. Le flux éblouissant F_1 qui entre dans l'œil est alors :

$$F_1 = E' \times S \quad (4)$$

(S étant l'ouverture surfacique de la pupille).

Le flux est obtenu en lumens si S est exprimée en mètres carrés, et E' en lux.

S'il s'agit d'une étoile par exemple, l'éclairement E est précisément la quantité qui sert aux astronomes à

définir la grandeur de l'étoile, qui lui est proportionnelle.

A priori, on pourrait considérer comme négligeable le diamètre apparent d'un objet à partir du moment où il devient inférieur à celui d'une section droite de cône, vue du centre optique de l'œil ($1 \text{ à } 2 \times 10^{-4}$ radian). Alors la formule (1) cesse de convenir pour définir la grandeur de la cause éblouissante, et la formule (4) est celle que l'on doit appliquer.

Récemment, et en de multiples occasions, notamment à la cinquième réunion de 1931 de l'Institut d'Optique, Monsieur le Professeur Ch. Fabry a dit que l'éblouissement cesse de dépendre de l'aire éblouie, pour ne dépendre que du flux qui entre dans l'œil, même lorsque le diamètre apparent de l'objet éblouissant et par conséquent de l'aire éblouie n'est pas numériquement négligeable, pourvu qu'il ne dépasse pas la valeur de quelques minutes, et peut-être même de 10 minutes. Pour 10 minutes, cela correspond à :

1 : 342 radian.

Il en résulte que, dans ces cas, la cause éblouissante serait encore définie par un flux, à l'aide de la formule (4) L'éclairement de la pupille par l'objet éblouissant est alors donné par la relation classique $E' = I : D^2$, où I représente l'intensité de cet objet dans la direction de la pupille, et D sa distance à la pupille.

M. Ch. Fabry propose de donner le nom d'éclat apparent à l'éclairement du plan pupillaire. C'est un nombre de lux si I est mesuré en bougies et D en mètres. C'est d'ailleurs la même quantité que certains auteurs ont nommée éclat stellaire.

Nous préférons l'appeler tout simplement, malgré la longueur, éclairement du plan pupillaire, conformément à sa vraie nature et à son dessein. Cela évitera aussi, aux lecteurs peu familiarisés avec la photométrie, des confusions avec l'ancien sens du mot éclat, qui avait alors le sens actuel du mot brillance.

Enfin, lorsque plusieurs sources éblouissantes agissent simultanément, et que leurs diamètres apparents sont tous inférieurs à celui que l'on veut considérer comme n'ayant par lui-même aucune action, leur effet sera caractérisé par la somme des flux qui, provenant de chacune d'elles, pénètrent dans l'oeil, et chacun des éléments de cette somme sera calculé selon la formule (4).

Pour terminer ce chapitre, nous remarquerons que les objets éblouissants peuvent être des sources primaires de lumière, ou des objets qui, renvoyant la lumière d'une autre source, agissent exactement comme des sources primaires, mais prennent le nom de sources secondaires. Il est alors indispensable de savoir calculer la brillance que prend un objet du fait de l'éclairement qu'il reçoit. Si l'on nomme B cette brillance, E l'éclairement dont l'objet est le siège et K son coefficient de restitution, la formule est :

$$B = \frac{E}{\pi} \times K \quad (5).$$

Si l'éclairement est donné en lux et que l'on veuille obtenir la brillance en bougies par centimètres carrés, il faut diviser le second membre par 10.000, afin d'établir la correspondance des unités.

II. — Pour réaliser dans nos expériences personnelles un dispositif éblouissant, nous avons surtout fait usage de celui que M. Haas avait employé dans ses expériences, et qui est calqué sur le principe du photomètre Fabry et Buisson sans écran. Pour d'autres expériences, nous avons utilisé un autre moyen, qui sera décrit à la suite du premier.

On sait que, lorsqu'une source est conjuguée, par un système optique, qui d'ailleurs peut être réduit à une lentille unique, à un écran, et que l'oeil est placé derrière un trou percé dans cet écran, à l'endroit même où s'y forme l'image de la source, il voit éclairée d'une façon uniforme la surface conjuguée à la première des surfaces touchées par la lumière. Dans le cas d'une lentille unique, il voit éclairée uniformément toute la lentille.

L'éclairement de l'image rétinienne est alors donné par la formule (1), pourvu que le trou soit plus petit que la pupille, pourvu qu'il joue par conséquent lui-même le rôle d'une pupille, et qu'il soit entièrement couvert par l'image de la source. C'est ce que l'on exprime quelquefois en disant que la lentille est entièrement vue avec la brillance même de la source.

Si l'on diaphragme la lentille, la brillance des parties découvertes ne change pas, mais elles sont naturellement moins étendues que la lentille entière, et le flux qui pénètre dans l'oeil est diminué.

Il est commode, pour obtenir ces résultats, de se servir d'une lampe à ruban de tungstène, telle que l'on en trouve actuellement dans le commerce. La surface de la source est continue, ce qui est indispensable et ne

saurait avoir lieu avec un filament spiralé, et son aire est assez grande pour que son image, même réduite, puisse couvrir la pupille artificielle.

De plus, si l'on a soin de faire fonctionner la lampe au régime indiqué par le constructeur, la brillance du ruban est assez bien connue par les indications du même constructeur. Sans attribuer à ces indications une précision que l'on n'a pas recherchée, elles fournissent vraisemblablement mieux qu'un ordre de grandeur, et cela est largement suffisant pour des recherches comme les nôtres.

Pour affaiblir cette brillance dans un rapport connu, nous avons fait usage de verres d'absorption approximativement donnée : 25, 50 et 75 pour cent, placés derrière la pupille artificielle. Les verres que nous avons eu à notre disposition ne sont d'ailleurs pas rigoureusement neutres, mais au contraire légèrement teintés en jaune. Mais l'approximation obtenue semble suffisante pour établir de premiers résultats.

Il est facile, aux environs immédiats de la plage éblouissante, c'est-à-dire de la surface de la lentille, de placer un test typographique éclairé de façon indépendante, c'est-à-dire par sa surface antérieure. Si le test est rectangulaire, et qu'il ait un côté tangent à l'une des extrémités de la lentille, on peut être assuré que la région éblouie est exactement la région permaculaire, puisque la macula de l'oeil observateur est nécessairement dirigée vers le test qu'ils s'agit de définir. De plus, le trou, dont le diamètre n'est pas supérieur à deux millimètres, a l'avantage de permettre, même à un amétrope, la lecture du

test, sans qu'il ait à faire usage de lunettes qui empêcheraient de se placer convenablement.

Quand on veut éblouir la rétine dans une région très éloignée de la macula, il est plus commode de faire usage d'une source de lumière telle qu'une lampe à filament nu ou qu'une lampe opale, placée angulairement dans le champ aussi loin que l'on voudra de l'objet visé par la macula. Une telle source, si elle est placée en même temps à une distance suffisante de l'oeil, cesse d'intervenir par son diamètre apparent, et n'agit plus que par l'éclairement qu'elle fournit sur le plan de la pupille, ou par son éclat apparent, selon l'expression de M. le professeur Ch. Fabry.

Il faut ajouter que nous n'avons étudié l'éblouissement que pour des lumières dont la composition se rapproche plus ou moins de celle des lampes à incandescence actuellement employées, sans nous dissimuler la nécessité ultérieure de mieux préciser, pour chaque cas, la couleur de température. Il n'a pas semblé possible, en ce moment, en l'absence de renseignements courants fournis par les constructeurs sur ce point, de faire mieux.

Nous avons de parti pris laissé de côté la question de l'éblouissement en lumières franchement colorées, qui nécessite une technique spéciale et répond d'ailleurs à des besoins moins immédiats.

CHAPITRE III

LES FONCTIONS RETINIENNES ELEMENTAIRES ET L'ADAPTATION. APPAREILS ET DISPOSITIFS DE MESURE DES FONCTIONS RETINIENNES ELEMENTAIRES

1° Le sens lumineux brut.

C'est la faculté de discerner la lumière en tant que lumière, indépendamment de toute notion de couleur. Le seuil de l'œil normal a été déterminé par Aubert. Il a trouvé que l'éclat minimum discernable est celui d'une feuille de papier blanc éclairé par une bougie placée à une distance de 200 à 250 mètres. Le seuil varie beaucoup avec l'état d'adaptation. Pour la détermination du seuil absolu, il faut donc laisser le sujet pendant un certain temps dans l'obscurité.

Selon Charpentier, le minimum perceptible varie, pendant les deux premières minutes, à peu près comme 120 est à 2. Ensuite il décroît encore jusqu'à la vingtième minute, mais d'une façon plus lente. Enfin, d'après le même auteur, la décroissance devient pratiquement insignifiante.

Des recherches ultérieures semblent indiquer que la

décroissance du seuil, ou, ce qui revient au même, la croissance de la sensibilité lumineuse, est beaucoup plus prononcée que ne l'avait avancé Charpentier, et qu'elle se poursuit beaucoup plus longtemps.

Quoiqu'il en soit, nous n'avons pas, pour le but de ce travail, à rechercher le seuil absolu, mais au contraire le seuil relatif à un état d'éblouissement donné. Il suffisait, pour point de comparaison, de prendre le seuil correspondant à un séjour donné à l'obscurité, par exemple de cinq minutes.

Les procédés instrumentaux ne manquent pas pour mesurer le seuil lumineux. Le photoptomètre de Charpentier se composait d'un écran translucide éclairé, et d'un écran semblable observé, sur lequel se formait l'image du premier grâce à un système de deux lentilles très rapprochées l'une de l'autre, et entre lesquelles se trouve un oeil de chat. Par conséquent, pour autant que l'œil de chat soit bien construit et ferme exactement, on peut faire varier l'éclairement et par conséquent la brillance de l'écran observé, à partir de zéro, jusqu'à un maximum largement suffisant.

Nous avons préféré, dans nos recherches, faire usage du photoptomètre du Dr Haas. Bien que cet appareil soit surtout employé pour la mesure de l'acuité en basses lumières, il se prête parfaitement aux mesures de seuil lumineux.

Il se compose d'une source rectiligne et verticale de lumière, conjuguée par un condensateur corrigé au plan d'une fente horizontale réglable. Derrière cette fente se trouve une seconde lentille, également corrigée, qui con-

jugue la première face de la première lentille au plan d'un écran translucide d'environ dix centimètres de diamètre. Ainsi, l'éclairement de l'écran est toujours uniformément réparti. De plus, il est proportionnel à l'ouverture de la fente réglable, qui intercepte une partie plus ou moins grande de l'image réelle du filament. Enfin, la couleur de la lumière ne varie pas pendant toute la durée d'ouverture de la fente, car on s'est arrangé pour que celle-ci ne puisse admettre, au maximum, que la partie de l'image réelle du filament qui jouisse de la propriété d'égale température, c'est-à-dire de même composition spectrale.

L'appareil fonctionne toujours dans les mêmes conditions, car la lampe est initialement amenée à la consommation convenable à l'aide d'un rhéostat, sous le contrôle d'un ampéremètre sensible. Dans ces conditions, la brillance de l'écran opale est proportionnelle aux divisions du tambour qui commande le jeu de la fente réglable. Elle est voisine de quelques dix-millionnièmes de bougie par centimètre carré pour une division.

De plus, l'écran peut s'observer directement, et non pas à l'aide d'un œilleton, comme dans l'appareil de Charpentier, ce qui était à peu près indispensable pour nos expériences.

Avec l'appareil du Dr Haas, dûment étalonné, l'unité de brillance est une division entière du tambour. Le seuil lumineux brut est la brillance minima perceptible, et la sensibilité lumineuse brute est son inverse.

2° *Le sens différentiel.*

On nomme sens différentiel la faculté de percevoir comme différentes deux plages d'inégale brillance. Si cette différence est insuffisante, les deux plages paraissent égales. On nomme seuil différentiel la plus petite différence perceptible.

Pour déterminer le rapport entre la plus petite différence d'éclairage sensible et l'éclairage total, Fechner se servait de l'expérience suivante, qui avait déjà été indiquée au milieu du siècle précédent par Bouguer et par Lambert.

A quelque distance d'un écran sont placées deux bougies, avec une baguette interposée entre les bougies et l'écran. Ainsi la baguette forme deux ombres sur l'écran. La première ombre ne reçoit de lumière que de l'une des deux bougies, la deuxième ombre ne reçoit de lumière que de l'autre bougie. Le reste de l'écran reçoit de la lumière des deux bougies. En éloignant l'une des bougies de l'écran, l'ombre correspondante s'affaiblit, puis elle disparaît lorsque les distances des bougies à l'écran sont entre elles à peu près comme un est à dix.

En admettant que l'intensité des bougies soit égale, et en appliquant la loi de l'inverse du carré des distances, on conclut que la plus petite différence perceptible est d'environ 1 : 100 de l'éclairement initial.

Cette fraction est ce que l'on appelle la fraction des photométristes. En réalité :

1° Elle peut être, dans certains cas exceptionnels, encore inférieure.

2° Elle n'est guère que de $1/50$ chez beaucoup de personnes.

3° Sa valeur n'affecte son minimum que si l'éclairement initial est situé entre certaines limites. S'il est tout-à-fait insuffisant, ou excessif, la fraction est beaucoup plus grande. C'est pour ce motif que, dans toute détermination photométrique, la lampe étalon doit être placée à une distance telle de l'une des plages du photomètre que son éclairement soit dans les limites convenables à obtenir une fraction minimum.

L'inverse de cette fraction devient tout naturellement la mesure du sens différentiel.

Il convient ici de remarquer l'importance toute particulière, dans la vie courante, du sens différentiel, qui est souvent plus utile que le sens des formes, tel qu'il sera décrit plus loin, et sans lequel le sens des formes ne pourrait d'ailleurs pas exister.

Notamment, il est beaucoup plus utile à l'automobiliste de percevoir, sur la route, l'ombre d'un arbre, ou la différence de clarté due à un obstacle que les moindres détails de celle-ci.

Dans la pratique du travail industriel, de même que dans tous les actes habituels, la notion des ombres, qui est un des éléments de la sensation du relief, est indispensable à l'exécution commode des gestes nécessaires.

La meilleure façon de mesurer avec précision le seuil différentiel est évidemment de se servir d'un des photomètres perfectionnés dont il existe plusieurs modèles à l'heure actuelle, et dont le photomètre de Lummer et Brodhun est le plus répandu.

L'adaptation.

L'étendue des limites entre lesquelles se manifeste la sensibilité normale de la rétine, bien que considérable, est encore dépassée par celles des limites de l'intensité possible de l'excitation. Par exemple, on ne peut sans danger fixer le soleil ; l'accident classique de M. Plateau en est un exemple.

« Or, dit Charpentier, l'échelle des intensités lumineuses perceptibles est encore notablement plus étendue qu'elle ne le serait si des mécanismes physiologiques spéciaux n'existaient pas, dont l'effet est, d'une part, de protéger la rétine contre des rayons trop vifs, et d'autre part de modifier la sensibilité de cette membrane d'après la force même de ces rayons, en opposant à une clarté trop forte une sensibilité émoussée, et en exagérant cette dernière en présence d'une lumière trop faible. »

« L'un des mécanismes agit sur la pupille, le second modifie directement la rétine. »

« Chacun sait que la pupille se contracte d'autant plus que la lumière est plus forte. Ses dimensions sont donc fonction, dans une certaine mesure, de l'intensité lumineuse extérieure ; elles sont réglées par un mécanisme réflexe dont l'origine est l'excitation plus ou moins grande de la rétine et du nerf optique. Cette excitation réagit par les centres spéciaux sur le nerf de la troisième paire, qui innerve le sphincter de l'iris, et sur le sympathique cervical, dont l'action inhibitrice s'oppose à celle du précédent. De la prédominance de l'un ou de l'autre

dépend le diamètre de la pupille, et par conséquent l'aire de sa surface. »

Le diamètre pupillaire peut varier entre un et neuf millimètres environ, sa surface varie donc proportionnellement à un et 81.

Si l'on se réfère à la formule (1) du chapitre III, on constate que l'éclairement de l'image rétinienne et que le flux incident sont proportionnels à cette surface pupillaire. Par le jeu de la pupille, l'éclairement et le flux correspondant à une même source éblouissante peuvent donc valoir entre des limites qui sont entre elles presque comme 1 est à 100.

Il est important de se souvenir que chacun des iris décrit les mêmes mouvements que le congénère. La pupille droite, par exemple, maintenue dans un milieu constant se contracte ou se dilate si l'on éblouit ou si l'on obscurcit la pupille gauche.

Ce fait est assez remarquable, car les autres mécanismes de l'adaptation, que nous décrivons par la suite, n'affectent que l'œil directement en cause, et même que les parties de la rétine de cet œil directement intéressées.

Le réflexe pupillaire agit donc sur les conditions extrinsèques de l'excitation, mais ne modifie pas directement les différents modes de sensibilité de l'œil.

C'est un fait bien connu que, passant du grand jour dans une obscurité relative, nous ne voyons rien tout d'abord, mais qu'en y séjournant quelque temps l'œil devient de plus en plus sensible ; il ne distingue d'abord que quelques vagues détails, puis ses perceptions s'améliorent jusqu'à un degré qu'on n'eut pas osé prévoir tout d'abord.

De même, lorsque, venant d'un milieu obscur, nous nous plaçons dans un endroit éclairé, l'éblouissement et la fatigue que nous éprouvons tout d'abord nous montrent que notre sensibilité lumineuse a été fortement exaltée, puis cette excitation se calme et nous arrivons à regarder sans fatigue les mêmes objets.

Ce phénomène a été bien étudié en premier lieu par Aubert. Ensuite il a été repris dans ses détails par Charpentier, qui a cherché à établir la loi suivant laquelle varie le seuil lumineux brut en fonction de l'éclairage ambiant.

Charpentier se servait pour cela du photoptomètre décrit dans la première partie du présent chapitre. Il avait choisi comme point de départ, et par conséquent comme unité, pour s'exprimer d'une façon plus rigoureuse, l'éclairage du jour donnant sur une surface uniforme. Comme cet éclairage varie dans une grande proportion selon l'heure, la saison, etc, Charpentier avait soin de ne procéder que par des ciels suffisamment purs, de donner à ses expériences une durée suffisamment courte, et de ne comparer entre elles que les expériences d'une même série, au cours desquelles l'éclairage du jour était diminué dans une proportion connue par l'emploi de verres absorbants. Il se servait d'une série de six verres, transmettant respectivement 0,081 ; 0,154 ; 0,232 ; 0,413 ; 0,510 ; 0,617 ; et 1.

Nous reproduisons ci-contre (Figure 1) les variations de la sensibilité lumineuse brute (inverse du seuil minimum perceptible) en fonction de l'éclairage auquel l'œil est adapté.



Fig. 1

Variation de la sensibilité lumineuse en fonction de l'éclairage du fond d'adaptation (d'après Charpentier)

L'expérience se faisait en commençant par l'éclairage le plus fort. Les yeux étant dirigés un certain temps sur le fond éclairé, on déterminait ensuite rapidement, avec le photoptomètre, le minimum d'ouverture du diaphragme nécessaire pour donner lieu à une sensation lumineuse.

Quant au temps nécessaire pour une adaptation complète de l'œil, Charpentier pensait qu'il suffisait d'une durée de 3 minutes pour obtenir une valeur sensiblement fixe du minimum perceptible, mais qu'un temps moins long ne serait pas admissible.

Cette valeur peut surprendre au premier abord, mais il faut bien se souvenir que les plus faibles éclaircissements employés n'étaient dans les expériences précédentes que le centième environ des plus forts.

Lorsque Charpentier s'est proposé le problème un peu différent qui consiste à déterminer les variations du

minimum perceptible en fonction du temps de séjour dans l'obscurité totale, il a fait usage de temps beaucoup plus longs. Il a trouvé ainsi les résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

Après une adaptation à l'obscur de	Le seuil lumineux est proportionnel à
0 minute	121
1 minute	81
2 minutes	27
3 minutes	27
4 minutes	20
5 minutes	9
6 minutes	9
7 minutes	6
8 minutes	
9 minutes	4,4
10 minutes	—
11 minutes	2,2

Ayant prolongé jusqu'à 40 minutes le séjour dans l'obscurité, Charpentier déclare que la sensibilité lumineuse, quoique croissant d'une façon continue, ne le fait plus que de façon insensible à partir de la vingtième minute.

Ces résultats, obtenus par un observateur minutieux, méritaient d'être rappelés à côté des résultats différents obtenus dans la suite. Dans le cours des 11 premières minutes, la sensibilité lumineuse n'est en effet multipliée que par 60, ce qui est inférieur aux résultats plus récents, et d'autre part on tend beaucoup à dire maintenant que la sensibilité croît encore d'une façon notable pendant des durées très supérieures à 20 minutes.

Quoiqu'il en soit, le problème qui nous intéresse, dans ce travail, est beaucoup plus la diminution de sensibilité due aux éclairages excessifs que l'accroissement dû à

l'obscurité. Il semble bien que cette diminution se fasse très rapidement.

Le principal mécanisme de l'adaptation semble bien être un processus photo-chimique plus ou moins compliqué, dont la partie connue est la destruction du pourpre rétinien des bâtonnets, mais qui comporte très vraisemblablement d'autres actions photochimiques non encore décelées. Sans cela, on serait très en peine d'expliquer que la région maculaire, qui ne contient que des cônes, soit cependant sensible à l'adaptation.

Le sens des formes, ou acuité visuelle, est en effet influencé, tout comme le sens lumineux brut, par l'adaptation, quoique dans une mesure très différente. Il ne semble pas que les chiffres d'acuité aux basses lumières après séjour à l'obscur puissent dépasser quatre ou cinq fois ceux qu'on obtient après séjour dans une pièce normalement éclairée.

Quant au sens différentiel, il est des trois celui qui est le moins influencé par l'obscuration. Nous verrons plus loin de quelle façon l'on peut dire qu'il soit influencé par l'éblouissement.

CHAPITRE IV

LA CONSTRICTION PUPILLAIRE

Comme il a été dit précédemment, nous avons surtout en vue l'éblouissement à la période que M. Haas a appelée la période d'état, dans laquelle la pupille est arrivée à l'état de contraction correspondant à la grandeur de l'excitation, et où rien ne se produit plus qui soit de nature à diminuer l'éclairement de l'image de l'objet éblouissant.

Cependant la première période mérite d'être mentionnée, et elle a fait longtemps l'objet des préoccupations des physiologistes. Ses difficultés sont très grandes. La mesure du diamètre pupillaire, très difficile en soi, le devient encore plus lorsque sa variation est très rapide, comme dans la première période de l'éblouissement.

Tout d'abord, il faut remarquer que la pupille telle que nous la voyons n'est pas la pupille de l'oeil avec ses dimensions réelles, mais bien la pupille d'entrée, ou image de la pupille réelle, produite par le système que forment la cornée et l'humeur aqueuse. Cette pupille d'entrée est avancée d'environ un demi-millimètre par rapport à la pupille matérielle, et elle est grandie d'environ un dixième de son diamètre.

Il faudra donc tenir compte de ce grandissement dans les résultats de certains modes de pupillométrie. Ces méthodes se divisent en deux procédés, les objectifs et les subjectifs.

Le plus simple des moyens objectifs consiste dans la comparaison de la pupille avec les échelles de Follin, qui comprennent 13 disques noirs sur fond blanc, entre deux desquels on cherche à encadrer la pupille normale.

Un certain nombre de pupillomètres objectifs consistent, comme celui de Follin et Schloesser, en une règle divisée opaque ou translucide, que l'on approche de la pupille à mesurer, en cherchant à mettre en coïncidence les bords de celle-ci et deux divisions de l'échelle. On devine immédiatement que la lecture est très incertaine en raison de la parallaxe, et que de plus les mouvements de l'oeil sont très gênants.

Il est préférable de se servir d'une lunette avec micromètre oculaire, mais les petits et incessants mouvements du globe sont encore très nuisibles. La méthode qui permet de faire la meilleure lecture sans être gêné par les mouvements oculaires est de substituer au micromètre oculaire un dispositif de dédoublement inclus dans la lunette, comme dans l'ophtalmomètre de Javal.

On obtient de meilleurs résultats avec les pupillomètres subjectifs, mais ces derniers ont l'inconvénient de nécessiter que le sujet soit capable de s'examiner lui-même, ce qui restreint singulièrement le nombre de mesures susceptibles d'être exécutées.

Tel est le pupillomètre de Fick. Cet instrument, décrit en 1885, se compose de deux petits trous dont on peut

faire varier la distance. On regarde ces points à une distance telle que l'oeil n'en puisse former une image nette, c'est-à-dire de très près, et l'on fait varier leur distance jusqu'au moment où leurs cercles de diffusion sont tangents. Leur distance est alors égale au diamètre de la pupille.

Le pupillomètre de Fick a été fortement amélioré par Broca, qui en a donné la théorie correcte, et qui, au lieu de regarder directement les deux points, en forme une image réfléchie sur une glace transparente. Dans ces conditions, l'observateur peut considérer simultanément les points et le fond placé derrière la glace, ce qui lui permet d'étudier sur lui-même l'influence du fond d'adaptation.

Signalons encore la mesure de la pupille par la photographie. Si l'éclair de magnésium est, comme d'usage, assez court, sa durée est inférieure à celle nécessaire à la constriction pupillaire, il ne modifie donc pas la chose à mesurer. Mais il est à peine besoin de souligner que le dispositif nécessaire n'est pas commode pour la pratique courante, qu'il est assez coûteux, et qu'il ne dispense pas de certains calculs de réduction.

La constriction pupillaire a été étudiée par A. Broca, pour déterminer la valeur des différentes sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'oeil. Cet auteur s'est servi, non sans difficultés tenant aux petits mouvements des yeux, d'une petite lunette à micromètre oculaire. Sur un miroir on plaçait un papier blanc, éclairé par la source en expérience. Le patient, regardant un point donné du papier, se trouvait dans des conditions

tout-à-fait analogues à celles d'un lecteur qui a dans son champ visuel indirect une source de lumière, le miroir lui renvoyant l'image de la source en expérience. L'appareil était réglé de façon que le sujet fût environ à 1 mètre du papier et que la source se projetât à 13 centimètres du point fixé. De la sorte, la région de la rétine impressionnée en lumière indirecte était toujours la même, ce qui était nécessaire pour pouvoir conclure. Cette région avait toujours à peu près pour centre le point situé dans le plan horizontal à 10 degrés du point de fixation.

Les observateurs étaient au nombre de cinq. Les résultats ci-dessous sont la moyenne des résultats obtenus, les nombres du tableau correspondent au diamètre des pupilles en millimètres. Les observations ont été faites après un séjour de 20 minutes à l'obscurité. Ci-dessous le tableau réduit, d'après le tableau plus complet de l'auteur.

Nature de la source	Éclairement du papier	Diamètre pupillaire
Lampe au tantale	9,6	4
	18,8	3,6
	26	3,9
Arc avec globe	9,9	3,6
	26,5	3
Arc nu	9,5	2,9
	17,7	2,9
	25,	2,9
Lampe-Nernst	4,6	3,7
Arc au mercure	10,7	3,4
Arc au mercure	19,4	3,3

On voit, d'après ce tableau, que la constriction pupillaire serait en général à peu près indépendante du diamètre apparent de la source. Ceci se vérifie pour la lampe

au tantale l'arc à feu nu et l'arc au mercure. La constriction pupillaire est d'ailleurs dans l'ordre des éclats des sources.

Une exception se présente dans le cas de l'arc muni d'un globe. Dans ce cas, la quantité de lumière reçue par la rétine est grande, mais elle se répartit sur une grande surface. Il semble que, dans ces conditions, la constriction pupillaire augmente quand la quantité de lumière augmente, la surface de l'image augmentant proportionnellement.

Plus tard, en 1924, J. Couvreur, se servant du pupillomètre de Fick modifié par A. Broca, a étudié notamment la réaction photomotrice de l'œil désaccommodé pour les grands fondes d'adaptation. Nous donnons ci-dessous un tableau réduit d'après l'un des tableaux plus complets dans lesquels cet auteur représente ses résultats.

Éclairement du fond en lux	Diamètres pupillaires
Eblouissement	2 millis
400	2,4
100	2,6
45	2,8
25	3
10	3,4
6,25	3,5
4	3,7
3,3	3,8
2,35	4
1,6	4,2
1	4,5
0,45	4,85
Obscurité	5,5

Si l'on construit la courbe correspondante à ces résultats, on constate qu'elle a deux parties bien caractéristi-

ques, l'une de variation rapide pour les basses lumières, l'autre de variation lente pour les hautes lumières. Il y a là deux modes de réaction tout à fait différents, et c'est pour des éclats correspondant à des éclairagements d'une dizaine de lux que se fait le raccordement entre les deux parties. Or, fait encore remarquer l'auteur, la courbe de l'acuité visuelle en fonction de l'éclairagement présente elle-même une allure tout à fait analogue. La concordance est frappante et ne saurait être l'effet d'un hasard.

Etudiant encore la réaction photomotrice pour les fonds d'adaptation limités, Couvreur a trouvé que, toutes choses égales d'ailleurs, les fonds dont le diamètre apparent dépasse 5/100 provoquent tous la même réaction. Au-dessous de 5/100, la constriction pupillaire diminue de plus en plus rapidement avec la surface rétinienne éclairée. Il n'a d'ailleurs pas fait usage des fonds éclairés par plus de 500 lux.

Il a vérifié enfin que pour des sources éclatantes placées dans le champ visuel et hors de la vision centrale, jusqu'à des angles de 45 degrés, la constriction pupillaire est encore très voisine de celle qui aurait eu lieu pour un éblouissement près de la macula.

Nous n'avons pas fait nous-même de mesures des réactions photomotrices, puisque nous nous plaçons surtout au point de vue de l'éblouissement constitué. Et même, à cette deuxième période, et pour éliminer toute variation accidentelle de la pupille due à des causes différentes de l'éclairage nous avons fait aussi souvent que possible usage d'une pupille artificielle pour éviter d'introduire une inconnue dans les résultats.

Il est, d'autre part, peu probable que la pupillométrie, mesure qui semble réservée aux habitués de la physiologie, pénètre dans le domaine des éclairagistes, au point de vue desquels nous nous sommes placés. Cependant, on nous saura gré d'avoir donné tout-au-moins quelques indications sur les beaux travaux de A. Broca et de J. Couvreur.

CHAPITRE V

L'ÉBLOUISSEMENT SUCCESSIF

Nos expériences personnelles portent exclusivement sur l'éblouissement successif.

Il faut faire bien attention, dans de telles recherches, d'examiner les tests à travers le scotome positif, faute de quoi l'éblouissement étudié serait une sorte d'éblouissement simultané, dans lequel le scotome positif jouerait le rôle d'une image rétinienne.

Ces scotomes positifs sont, en effet, dûs à des phénomènes de reconstitution rétinienne, qui agissent à la manière d'une excitation lumineuse.

Pour qu'une expérience d'éblouissement successif mérite effectivement ce nom, il faut donc chercher à voir après éblouissement à travers le scotome positif.

Comme mesure de l'éblouissement, nous avons recherché, à l'aide du photoptomètre de M. Haas, la brillance minima nécessaire pour pouvoir lire le test translucide correspondant à l'acuité $1/10$, après éblouissement maculaire.

Le seuil lumineux brut est en effet, dans ces cas, impossible à déterminer à cause de la présence du scotome positif. Il s'agirait d'un seuil lumineux brut en éblouisse-

ment simultané dont l'image éblouissante aurait un éclairement indéterminé.

Le seuil différentiel ne saurait convenir ici, pour une raison analogue, de sorte que le seuil de lumière nécessaire pour obtenir le sens des formes est la mesure la plus facilement interprétable dans l'espèce.

Pour provoquer l'éblouissement nous avons employé le dispositif du photomètre Fabuy et Buisson, déjà utilisé par M. Haas.

Le dispositif consiste dans une lentille formant sur un trou, percé dans une plaque opaque, l'image d'un ruban de tungstène incandescent. On sait que, dans ces conditions, l'oeil placé derrière le trou perçoit toute la surface de la lentille comme si elle avait la brillance même de la source.

La brillance de la source éblouissante est connue par l'étalonnage de la lampe qui, sous 17 ampères, a 1100 bougies par centimètres carrés.

D'autres brillances ont été obtenues par l'interposition d'écrans neutres étalonnés de la Société des Glaceries de Saint-Gobain et dont les facteurs de transmission sont respectivement 0.80, 0.70 et 0.40.

Le diamètre du trou est inférieur au plus petit des diamètres que puisse prendre la pupille, ce qui élimine l'influence des variations de cette dernière. S'il est complètement couvert par l'image de la source on peut calculer l'éclairement de l'image rétinienne.

Pour mesurer le seuil lumineux nécessaire pour obtenir le sens des formes nous avons utilisé le photopomètre du Dr Haas, déjà décrit au Chapitre II.

Ci-dessous nous reproduisons le protocole de 10 expériences.

Expérience I.

Sur moi-même :

V sans verre : OD = 10/10

OG = 10/10

Après une adaptation de 3 minutes dans l'obscurité complète :

VODG = 1/10 avec 2 unités 75 (1).

Chaque oeil est ébloui par une plage ronde de diamètre apparent de 1/10 Radian, de brillance 1100 bougies par centimètres carrés, pendant 2 secondes.

Après 3 ou 4 minutes de repos :

VODG = 1/10 avec 15 unités.

Expérience II.

Sur M. E...

VOD = 10/10

VOG = 10/10

Après une adaptation de 3 minutes dans l'obscurité complète :

VODG = 1/10 avec 3 unités 5.

Chaque oeil est ébloui par une plage ronde de diamètre apparent de 1/10 radian, de brillance 1100 bougies par centimètres carrés, pendant 1 seconde 5.

Après 2 minutes :

VODG = 1/10 avec 67 unités.

1. L'unité de brillance est, dans le photoptomètre employé, d'environ de 5/10.000.000 de bougies par cinq.

Expérience III.

Sur M. E...

$$\text{VOD} = 10/10$$

$$\text{VOG} = 10/10.$$

Après une adaptation de 3 minutes dans l'obscurité complète.

$$\text{VODG} = 1/10 \text{ avec 3 unités 5.}$$

Chaque oeil est ébloui par une plage ronde de diamètre apparent de $1/10$ radian, de brillance 1100 bougies $\times 0,80$, c'est-à-dire 880 bougies par centimètres carrés, pendant 1 seconde 5.

Aussitôt après :

$$\text{VODG} = 1/10 \text{ avec 55 unités.}$$

Expérience IV

Sur M. E..

$$\text{VOD} = 10/10$$

$$\text{VOG} = 10/10$$

Après une adaptation de 3 minutes dans l'obscurité complète :

$$\text{VODG} = 1/10 \text{ avec 3 unités 5.}$$

Chaque oeil est ébloui par une plage ronde de diamètre apparent de $1/10$ radian, de brillance $1100 \times 0,70$, c'est-à-dire 779 bougies par centimètres carrés, pendant 1 seconde 5.

Aussitôt après :

$$\text{VODG} = 1/10 \text{ avec 47 unités.}$$

Expérience V.

Sur moi-même.

$$\text{VOD} = 10/10$$

$$\text{VOG} = 10/10$$

Après une adaptation de 3 minutes dans l'obscurité complète :

$$\text{VODG} = 1/10 \text{ avec 2 unités 75.}$$

Chaque oeil est ébloui par une plage ronde de diamètre apparent de $1/10$ radian, de brillance 1100 bougies par centimètres carrés, pendant 1 seconde 5.

Aussitôt après :

$$\text{VODG} = 1/10 \text{ avec 135 unités.}$$

Après 30 minutes :

$$\text{VODG} = 1/10 \text{ avec 4 unités.}$$

Expérience VI.

Sur moi-même :

$$\text{VOD} = 10/10$$

$$\text{VOG} = 10/10.$$

Après une adaptation de 3 minutes dans l'obscurité complète :

$$\text{VODG} = 1/10 \text{ avec 2 unités 75.}$$

Chaque oeil est ébloui par une plage ronde de diamètre apparent de $1/10$ radian, de brillance $1100 b \times 0,4$, c'est-à-dire 440 bougies par centimètres carrés, pendant 1 seconde 5.

Aussitôt après :

$$\text{VODG} = 1/10 \text{ avec 64 unités.}$$

Après 30 minutes :

$$\text{VODG} = 1/10 \text{ avec 4 unités.}$$

Expérience VII.

Sur moi-même :

Après une adaptation de 3 minutes dans l'obscurité complète, chaque oeil est ébloui pendant 1 seconde 5 par une plage ronde de diamètre apparent de $1/10$ radian, de brillance $1100 \times 0,7$, c'est-à-dire 770 bougies par centimètres carrés.

L'excitation est répétée une seconde fois au bout de 5 minutes.

Aussitôt après la deuxième excitation :

VODG = $1/10$ avec 170 unités.

Expérience VIII.

Sur M. R...

VOD = $10/10$

VOG = $10/10$

Après une adaption de 3 minutes dans l'obscurité complète :

VODG = $1/10$ avec 4 unités, 5.

Chaque oeil est ébloui pendant 1 seconde 5 par une plage ronde de diamètre apparent de $1/10$ radian, de brillance 1100 bougies par centimètre carré.

Aussitôt apres :

VODG = $1/10$ avec 160 unités.

Après 30 minutes :

VODG = $1/10$ avec 4 unités 5.

Expérience IX.

Sur M. R...

Après une adaptation de 3 minutes dans l'obscurité complète :

VODG = 1/10 avec 4 unités 5.

Chaque oeil est ébloui pendant 1 seconde 5, par une plage ronde de diamètre apparent de 1/10 radian, de brillance $1100 = 0,4$, c'est-à-dire 440 bougies par centimètres carrés.

Aussitôt après :

VODG = 1/10 avec 58 unités.

Après 30 minutes :

VODG = 1/10 avec 6 unités.

Expérience X.

Sur M. R...

Après une adaptation de 3 minutes dans l'obscurité complète :

VODG = 1/10 avec 4 unités, 5.

Chaque oeil est ébloui pendant 1 seconde 5 par une plage ronde de diamètre apparent de 1/10 radian, de brillance $1100 = 0,7$, c'est-à-dire 770 bougies par centimètre carrés.

Aussitôt après :

VODG = 1/10 avec 109 unités.

Nous donnons ci-contre un tableau résumé des résultats des expériences, choisies parmi d'autres du même type.

	Brillance de l'objet éblouissant (en bougies par cmq)	Durée de l'éblouissement	Seuil de lecture (en unités arbitraires de brillance de fond)
I. M.G	1100	2 secondes	15 (après 4 m.).
II. M.E	1100	1,5	67 (après 2 m.).
III. M.E	880	1,5	55 (auss. après)
IV. M.E	770	1,5	47
V. M.G	1100	1,5	135
VI. M.G	440	1,5	64
VII. M.G	770	1,5 deux fois espacées de quelques minutes	170
VIII. M.R	1100	1,5	160
IX. M.R	440	1,5	58
X. M.R	770	1,5	109

Il semble s'en dégager les conclusions suivantes :

1° L'accroissement de la brillance liminaire nécessaire au sens des formes après éblouissement par une image d'objet de brillance 1100 B cmq. couvrant la macula est, aussitôt après l'éblouissement, de l'ordre de 40 fois sa valeur normale (exp. V et VIII). Nous donnons, pour la commodité, le nom de coefficient d'altération à ce nombre.

2° La rétine se reconstitue d'ailleurs très vite, dans les conditions où nous avons opéré, comme le montrent les mesures des expériences I et II, qui ont été faites respectivement 4 et 2 minutes après l'éblouissement, et non plus aussitôt après. Le coefficient d'altération n'est plus alors que de 4 et de 16, au lieu de 40.

3° Dans l'ensemble des mesures, on voit que le coef-

ficient d'altération décroît avec la brillance de la source éblouissante, mais sans que nous ayons pu assigner à cette décroissance une loi bien définie. Il semble que les écarts proviennent de ce que la région éblouie a été tantôt la région maculaire en son centre, tantôt en une partie seulement de sa surface : de faibles déplacements de l'oeil derrière le trou suffisent à provoquer ces écarts. Cependant il y a lieu de supposer que des expériences plus nombreuses permettraient d'établir une loi, tout au moins sous la forme d'une courbe expérimentale par points.

4° L'expérience VII montre que la répétition d'une excitation faible, même à quelques minutes d'intervalle, met la rétine dans un état d'épuisement supérieur à une excitation forte unique. Il y aurait lieu de vérifier ici que l'éblouissement est en relation avec la *quantité de lumière*, c'est-à-dire avec le produit d'un éclairement par une durée, même lorsque cette excitation est produite en plusieurs temps suffisamment rapprochés.

Nous avons en somme essayé d'étudier les modifications de la rétine sous-adaptée, c'est-à-dire précisément dans les conditions contraires à celles qui ont jusqu'à présent retenu l'attention des chercheurs, surtout attachés aux modifications de la rétine sur-adaptée.

Ces recherches nous ont surtout appris à connaître les raisons des écarts accidentels. Elles laissent espérer que, dans des travaux ultérieurs, et mis en garde contre ces accidents, nous pourrions obtenir des courbes, sinon géométriques, du moins d'une forme générale aussi bien définie que les courbes expérimentales qui caractérisent actuellement les états d'adaptation en fonction du temps d'obscuration.

CHAPITRE VI

EBLOUISSEMENT SIMULTANE

Bien que n'ayant fait d'expériences personnelles que sur l'éblouissement successif, nous ne pouvons nous dispenser de signaler l'état actuel de la question au sujet de l'éblouissement simultané.

Nous signalerons d'abord le travail de Bordoni.

Cet auteur s'est proposé d'exécuter des recherches de caractère quantitatif sur les phénomènes d'éblouissement provoqués par la présence dans le champ visuel de sources lumineuses de petites dimensions. Il estime pouvoir mesurer l'importance des phénomènes en se basant sur la diminution que subit ce qu'il appelle le coefficient de perceptibilité.

Supposons, dit-il, l'oeil placé dans un milieu de brillances peu différentes. L'expérience révèle que la différence minima appréciable de brillances de deux surfaces dépend de la valeur moyenne de leur brillance et que le rapport entre cette différence minima et la valeur moyenne varie relativement peu. Ce n'est donc pas la valeur absolue qui est importante mais la valeur relative de la différence minima de brillance appréciable.

Le coefficient de perceptibilité peut-être défini comme l'inverse de la fraction différentielle.

Ce coefficient varie relativement peu lorsque la brillance n'est ni excessive ni trop faible. Au contraire il diminue graduellement avec l'augmentation ou la diminution de la brillance moyenne du milieu.

Il n'en est plus de même lorsque se trouvent des objets de brillance bien plus grande que la moyenne. Deux ordres de faits surviennent qui constituent l'éblouissement :

Une sensation de malaise et de fatigue oculaires.

Une diminution de la vision.

A toutes ces considérations l'auteur a cherché à donner une base quantitative.

Il a résumé sous forme de graphique un certain nombre de données expérimentales se rapportant au phénomène de l'éblouissement.

Pour l'oeil adapté à une certaine brillance, il existe un certain coefficient de perceptibilité, une certaine limite inférieure de perception et une valeur maxima de la brillance supportable par l'oeil au delà de laquelle on aurait l'éblouissement.

Tout cela a donc été exprimé par trois courbes.

Mais l'auteur se demande si un tel diagramme est vraiment adapté pour représenter un phénomène aussi complexe que l'éblouissement.

Il conclut : Qu'il n'est pas possible de raisonner sur les phénomènes de l'éblouissement sans définition conventionnelle.

Que la brillance n'est pas l'élément qui caractérise l'aptitude d'un objet à produire l'éblouissement.

Dans la fatigue ou la gêne que l'oeil éprouve on a

donc recours à la conséquence du phénomène : la vision moins satisfaisante.

L'auteur a adopté la solution suivante : déduire l'importance du phénomène par l'altération que subit le coefficient de perceptibilité.

L'éblouissement a été produit en introduisant dans le champ visuel des lampes l'incandescence dont on peut faire varier la position et le voltage. Des lampes de types variés ont été employées. Des recherches faites avec des objets éblouissants de grande dimensions donneraient des résultats différents.

Les principaux résultats obtenus sont :

a) La continuité du phénomène, c'est-à-dire que la diminution du coefficient de perceptibilité commence dès que le champ visuel comprend des objets plus lumineux. Cette diminution se révèle d'abord par des mesures soignées et répétées, devient de plus en plus nette et finit par être perçue grâce au malaise oculaire. D'où la nécessité de définir conventionnellement le début sensible.

b) L'importance du phénomène ne dépend pas principalement de la brillance de la source lumineuse, comme on l'a admis parfois, mais plutôt du produit de l'aire qui émet par la brillance, c'est-à-dire, pour des objets de petite dimension, de l'intensité lumineuse.

c) La position de l'objet éblouissant dans le champ visuel influe aussi beaucoup sur l'importance du phénomène de l'éblouissement.

A l'appui de ces conclusions, l'auteur donne de nombreux graphiques.

Les altérations de l'acuité visuelle en éblouissement simultané ont été étudiées par M. le Dr E. Haas. Il a publié son étude dans une note à l'Académie des Sciences le 4 mai 1931.

Le dispositif consiste dans une lentille formant, sur un trou percé dans une plaque opaque, l'image d'un ruban de tangstine incandescent.

On sait que dans ces conditions, l'oeil placé derrière le trou perçoit toute la surface de la lentille comme si elle avait la brillance de la source.

Le diamètre du trou est inférieur au plus petit des diamètres que puisse prendre la pupille, ce qui élimine l'influence des variations de cette dernière. S'il est complètement couvert par l'image de la source, on peut calculer l'éclairement de l'image rétinienne.

Un jeu de diaphragmes placé derrière la lentille et à son contact modifie l'aire des images rétiniennes sans modifier leur éclairement. On peut déplacer dans le plan vertical tangent à la surface antérieure de la lentille un test formé de caractères typographiques sur fond blanc, éclairé de façon indépendante, par réflexion et dont la hauteur de caractères correspond à une acuité donnée.

Voici les résultats d'une série d'expériences faites avec une brillance de 700 à 800 bougies par centimètres carrés, un trou de 1 mm.5, un test dont les interjambages, sont vus sous un angle de 2'30'', éclairé par 60 lux et placé à 400 mm. de l'oeil.

Avec des aires éblouissantes circulaires vues sous des diamètres apparents de 6.400, 4.400, 3.400, 2.400, 1.400,

le test contigu à l'aire devient impossible à définir sur des étendues respectivement égales à plus de 40 : 400, à 30 : 400, à 20 : 400, à 17 : 400, à 6 : 400, à 1 : 400.

Si l'aire éblouissante est rectangulaire, avec son grand côté vertical, constamment vu sous 40 : 400, on observe, quand le petit côté prend les valeurs 3 : 400, 2 : 400, que le test contigu est illisible sur plus de 40 : 40, c'est-à-dire que la vision des formes est inhibée sur toute la macula.

L'étendue de l'effet perturbateur est donc liée à l'aire de la surface rétinienne éblouie et croît dans le même sens que cette aire.

D'autres expériences ont fait voir que cette étendue s'accroît, pour des aires éblouissantes égales, lorsque décroît l'éclairement du test.

CONCLUSIONS

I. — Pour les raisons qui ont été indiquées dans la première partie de ce travail, il semble que la mesure de l'éblouissement ne présente quelque rigueur qu'en utilisant à cet effet les modifications quantitatives des fonctions élémentaires de la rétine (seuil lumineux, seuil différentiel, sens des formes) plutôt que les réactions psychomotrices qui n'en constituent pas les éléments les plus directs.

Cependant, de telles mesures ne sont pas toujours possibles, contrairement à ce qu'on pourrait croire *a priori*.

II. — Par exemple, la mesure du seuil lumineux brut et de la fraction différentielle après illumination d'une partie de la rétine (éblouissement successif) n'est pas possible dans tous les cas où le scotome positif donne lieu à une brillance apparente élevée qui noie le phénomène à mesurer.

III. — De même, dans l'éblouissement simultané, l'abaissement du seuil lumineux brut aux environs de la plage éblouissante fait que l'on étudie la fraction différentielle dans des conditions équivalentes à celles que créent au photométriste des plages d'une brillance initiale insuffisante; dans ces conditions la valeur

vraie de la fraction différentielle échappe à l'observateur.

IV. — Les fonctions élémentaires ne peuvent donc pas être indifféremment prises l'une ou l'autre comme test dans un groupe de cas déterminés. Si le seuil lumineux brut et la fraction différentielle sont de bons tests pour des éblouissements relativement légers, l'étendue de l'acuité visuelle en fonction de la brillance du fond reste la seule mesure pratique pour les éblouissements intenses, qui ont surtout fait l'objet du présent travail.

Vu, le Doyen,
BALTHAZARD

Vu, le Président de la Thèse,
STROHL

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

- BORDONI (U.). — Quelques recherches sur les phénomènes d'éblouissement. Comité national italien », dans *Recueil des Travaux de la commission internationale de l'éclairage*, 6^{me} session., Genève, juillet 1924, p. 349 (Cambridge, *Universited Press* 1926).
- BROCA (André). — « Sur le fonctionnement de l'appareil nerveux visuel. Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Caen, 1894 », Ed. au Secrétariat de l'Association, 28 rue Serpente, Paris.
- « Mesure et utilisation de la lumière », in *Traité de physique biologique*, T. II, Masson éd.
- « Sur la vision des signaux colorés et les épreuves de la perception colorée », *Annales d'occulistique*, 65^e année, T. cxxvii, 4^e livraison., O. Doin, éd..
- « Hygiène de la vision. Congrès d'hygiène industrielle de Bruxelles », Bruxelles, 10-14 sept. 1910.
- « Sur la segmentation rétinienne », *Extrait* du livre jubilaire du Professeur Ch. Richet, 1912, p. 39.
- « Un pupillomètre permettant la mesure de la pupille en lumière dosée » *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1924, p. 415.
- « Etude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'oeil », *Annales d'occulistique*, avril 1914.
- BROCA (ANDRÉ) ET LAPORTE. — « Etude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'oeil », *Bulletin de la Société internationale des électriciens*, 2^e série, T. viii, n° 76, 1908.
- BROCA (ANDRÉ) ET POLACK. — « Vision de petites sources lumineuses colorées. Application à la reconnaissance des feux réglementaires de la marine. » *Journal de physiologie et de Pathologie générales*, n° 1^{er} janvier 1908.
- CHARPENTIER. — *La lumière et les couleurs*, Baillière et fils, 1886.
- COUVREUX (J.). — *La constriction pupillaire normale*, Thèse, Paris, 1924.
- COUVREUX (J.). — « L'éblouissement visuel », *Bulletin de la Société Française des Electriciens*, n° 60, août, 1926.

- DOURGNON (J.) ET WAGUET (P.). — « Définition et mesure de l'éblouissement », *Commission internationale de l'éclairage*, 8^{me} session, septembre, 1931.
- FABRY (CHARLES). — « Leçons de photométrie, professées à l'Institut d'optique, en 1924 », Editées par la *Revue d'optique théorique et instrumentale*, 3 et 5 boul. Pasteur, Paris, xv^e.
- HAAS (EMILE). — « Présentation d'un photomètre spécialement approprié à l'étude de l'acuité visuelle aux basses lumières », Société d'ophtalmologie de Paris. *Bulletin* n° 3 (mars 1931), page 164.
- « Etendue sur laquelle est altérée l'acuité visuelle centrale lorsqu'un objet très brillant est contigu au test à définir », *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, T. CXCII, n° 20, p. 1281, Séance du 4 mai 1931
- « Observations à propos de la communication de M. Faillie », *Réunions de l'Institut d'optique* (5^{me} réunion, 8 mai 1931).
- « L'éclairage et la physiologie », *Journal L'Architecture, supplément technique*, n° 4 au n° 3 (15 nov. 1928). Ed. 8 rue Danton Paris (Société Centrale des Architectes).
- HAAS (E.) ET COUVREUX (J.). — « L'acuité visuelle aux basses lumières, Congrès de la Société française d'ophtalmologie », Paris, 1928. *Bulletins et mémoires de la Société*, Masson édi., T. XL, p. 123.
- HAAS (EMILE). — « Résultats de mesures d'acuité visuelle binoculaire en basses lumières, chez les sujets à rétine normale ». Société d'ophtalmologie de Paris, séance du 19 décembre 1931, *Bulletin de la société*, 1931.
- KRAVCOV (S. W.). — « Über eine Zentrale Beeinflussung der Sehscharfe (travail de l'Institut de physique et de biophysique de Moscou). *Archiv für ophtalmologie d'Albrecht von Graefe*, 124 Band. I. Heft. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1930.

CONGRES

Réunions de l'Institut d'Optique, 5^e réunion, 6 mai 1931. — Communications de M. Fabry, du Docteur Faillie, observations de M. Piéron et de M. E. Haas.

Réunions de l'Institut d'optique, 2^e année, 1931. Ed. 3 et 5 boul. Pasteur. Paris XV^e.

Commission Internationale de l'éclairage, 6^e session, Genève, 1924.

Recueil des Travaux et Comptes-rendus des séances publiés sous la direction du Bureau Central de la Commission (The National physikal laboratory, Teddington - Universited Press, Cambridge, 1926.

Commission internationale de l'éclairage, 7^e session, Saranac, 1928, *Proceeding international congress ou illumination*, 29 West, 391, St. New-York.

TRAITES

Modern illuminants and illuminating engineering, de GASTER ET DOWN (Pitman, Londres).

LICHTTECHNIK, de Bloch (Oldenbourg, Berlin).

Illumination. Its distribution and measurement, by ALEXANDER PELHAM. Macmillan and Co, Limited, Saint-Martin's street, London, 1911.

DARMOIS (E.). — « L'éclairage. Solutions modernes des problèmes d'éclairage industriel », *Encyclopédie Léauté* (2^e série). Gauthier-Villars et C^{ie} 55 quai des Grands-Augustins, et Masson et C^{ie}, 120 boul. Saint-Germain, Paris, 1923.

JOURNAUX

The illuminating engineer. The Journal of Good Lighting. The Lighting Service, Bureau, 15, Savoy street, London, W.C. 2

SOCIETES

Transactions of the Illuminating Engineering Society, 29, West Thirty-ninth, street, New-York, N.-W., U.S.A.

TABLE DES MATIÈRES

<i>Introduction et historique</i>	11
Chapitre I — Définition de l'éblouissement	16
Chapitre II — Grandeurs et unités photométriques qui interdi- viennent dans l'éblouissement. Dispositif d'éblouis- sement de nos expériences	23
Chapitre III — Les fonctions élémentaires et l'adaptation. Appareils et dispositifs de mesure des fonctions rétinienes élémentaires	31
Chapitre IV — La constriction pupillaire	42
Chapitre V — L'éblouissement successif	49
Chapitre VI — L'éblouissement simultané	58
Conclusions	63
Bibliographie	65

Imp. F. Boisseau, 34, rue du Taur, Toulouse.

